

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-163805

⑮ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)7月7日

G 02 B 6/42

7529-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 光ファイバ付光源

⑰ 特 願 昭61-312829

⑱ 出 願 昭61(1986)12月26日

⑲ 発 明 者 戸 倉 信 之 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社通信網第一研究所内

⑳ 発 明 者 橋 本 仁 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社通信網第一研究所内

㉑ 発 明 者 青 柳 慎 一 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社通信網第一研究所内

㉒ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉓ 代 理 人 弁理士 澤 井 敬 史

明細書

えていることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項に記載の光ファイバ付光源。

1. 発明の名称 光ファイバ付光源

2. 特許請求の範囲

(1) 複数の平行なコアを一体に具備する所定長のマルチコア光ファイバと、該マルチコア光ファイバの一方の端面に光を照射する発光体と、前記マルチコア光ファイバの他方の端面で最も出射光強度の高いコアに結合された単一コア光ファイバとを具備して一体に構成されていることを特徴とする光ファイバ付光源。

(2) 前記マルチコア光ファイバの長さが、完全結合長の $\frac{1}{2}$ の奇数倍に等しくない長さであることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の光ファイバ付光源。

(3) 前記マルチコア光ファイバが、その光軸方向に垂直な断面内で細密配置された複数のコアを備

(4) 前記単一コア光ファイバと前記マルチコア光ファイバとの結合が融着接続によることを特徴とする特許請求の範囲第1項乃至第3項のいずれか1項に記載の光ファイバ。

(5) 前記発光体から前記マルチコア光ファイバの入射側端面に照射される光束の径が、該マルチコア光ファイバの各コアの径よりも大きくなるように決定されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第4項に記載の光ファイバ付光源。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、光ファイバ付光源に関する。より詳細には、少なくとも発光体と光ファイバによるライトガイドとを備えた光ファイバ付光源であって、極めて生産性の良い構成を有する新規な光ファイ

バ付光源に関する。

従来の技術

光ファイバ付光源は、イメージファイバ等を利用した機器の被写体照明用に開発され発達したものであり、人体内、細管内、地中等の暗所に発光体からの光を導くためのライトガイドとして光ファイバを具備した光源である。

光ファイバ付光源は、一般に発光体と単一コア光ファイバとを組み合わせで構成されており、発光体と単一コア光ファイバとの光学的結合にはバットジョイントあるいはレンズ系等を用い、発光体の放出する光を単一コア光ファイバの一方の端面に集光することによって行っていた。

発明が解決しようとする問題点

ところで、上述のような単一コア光ファイバを用いた光ファイバ付光源の場合、単一コア光ファイバへの光の注入部分の作製工程には極めて高い精度が要求される。即ち、単一コア光ファイバの

入射端と発光体を含む光学系との間に要求される相対位置精度は、具体的には $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 以下である。このような精密な位置合わせは、各部材の位置決めそのものが高度な技術を要求されるのみならず、使用する各部材の熱変形あるいは用いる接着剤の膨張、収縮、変形等の為に高度の熟練と長時間に亘る調整が不可避である等の問題があり、光ファイバ付光源の生産性を著しく低下せしめていた。

逆に、製造時の部材の位置精度に多少の余裕を持たせて生産性を高めようすると、製品の特性が大きくばらつき歩留りの極端な低下を招くので、結果的に生産性を高めることにはならず、光ファイバ付光源は高価な製品であった。

そこで、本発明の目的は、製品の特性のパラッキの増加、歩留りの低下等を招くことなく優れた生産性を実現できる、新規な構成の光ファイバ付光源を提供することにある。

問題点を解決するための手段

即ち、本発明に従い、複数の平行なコアを一体に具備する所定長のマルチコア光ファイバと、該マルチコア光ファイバの一方の端面に光を照射する発光体と、前記マルチコア光ファイバの他方の端面で最も出射光強度の高いコアに結合された単一コア光ファイバとを具備して一体に構成されていることを特徴とする光ファイバ付光源が提供される。

作用

本発明に従う光ファイバ付光源は、発光体と光ファイバとの接続に際して、両者の間にマルチコア光ファイバを介在させていることをその主要な特徴としている。

即ち、発光体とマルチコア光ファイバとの光結合損失を敢て大きく設定することによって、両者の間の位置精度の許容範囲を拡大し、更に、このマルチコア光ファイバのコアのうちに最も射出光強度の高いものに単一コア光ファイバを融着して

いるので、高い生産性と高い歩留りの両立を実現している。

何故ならば、従来の光ファイバ付光源では、高精度な位置制御を要求される光学系の組み立てに樹脂接着やレーザスポット溶接等による固定方法を適用しており、この固定工程で新たな位置の狂いやその補正作業が発生していた。然るに、本発明に従う光ファイバ付光源では、樹脂接着やレーザスポット溶接等を適用しなければならない光学部材に対してはマルチコア光ファイバを結合するので、位置決めに大きな許容範囲があり、一方マルチコア光ファイバと単一コア光ファイバとの結合については、マルチコア光ファイバの複数のコアのうち最も光出力の大きなコアに単一コア光ファイバを充分な精度を維持しながら容易に結合することができる。

マルチコア光ファイバと単一光ファイバとの接続には、マルチコア光ファイバの複数のコアのうち最も光出力の大きなコアに単一光ファイバの軸を位置決めする操作と、結合作業中にこの位置を

精度よく保持する機能とが要求される。

この最大出力コア位置への位置決めは、発光体を駆動してマルチコア光ファイバに光を入射する一方で、結合する単一コア光ファイバの出射端に光パワーメータを接続して出射光を測定する。この測定値によって、単一コア光ファイバの先端位置を移動する手段をフィードバック制御することによって、正確な位置を検出することが可能である。尚、このような作業を行う装置は、光ファイバの自動融着装置として既に市販されているものを利用することができ、軸をずらした接続も実際に行われている。

また、マルチコア光ファイバの最強出射強度のコアと単一コア光ファイバとを同軸に、物理的並びに光学的に接続するためには、電気放電等を利用した溶着法等を、有利に適用することができる。

尚、一般にマルチコア光ファイバと呼ばれるものには、その複数のコアを同一平面上に配列した所謂テープ状光ファイバや、コアを円筒状に配列したもの、更に、光ファイバの中心にコアを細密

配置したもの等がある。本発明の光ファイバ付光源には、何れの形式のものも適用できるが、テープ状光ファイバの場合は、マルチコア光ファイバとマルチコア光ファイバに入射する光との位置の許容範囲が1次元低下することになる。従って、実際には、細密配置のマルチコア光ファイバを利用することによって、光結合するコアの固定精度を出射光軸に対し垂直な面内でコア間隔以下とすることができる。

実施例

以下に添付の図面を参照して本発明をより具体的に詳述するが、以下に開示するものは本発明の一実施例に過ぎず、本発明の技術的範囲を何等制限するものではない。

第1図は、本発明に従う光ファイバ付光源の構成を示す一部切欠斜視図である。

各部材はケース1内に收容されている。発光素子2は、後述するマルチコア光ファイバ3との位

置合わせのためにスペーサ4上に搭載されており、また、マルチコア光ファイバ3もやはりスペーサ5上に搭載されている。出力ファイバとしての単一コアファイバ6は、その一端面をマルチコア光ファイバ3と結合され、他端面はケース1の外部に導かれている。

このような光ファイバ付光源は、以下のようにして作製した。即ち、ケース1内に、発光素子固定用の平坦な上面を有するスペーサ4と、溝あるいは孔を案内として備えたマルチコア光ファイバ固定用のスペーサ5とを固定し、更にスペーサ4上にレーザダイオードチップあるいはLEDチップ等の発光素子2を固定する。続いて、スペーサ5上の案内溝に嵌まるように、マルチコア光ファイバ3を乗せて、樹脂、コバールあるいは半田金属などの接着剤によって固定する。

このとき、マルチコア光ファイバ3は、マルチコア光ファイバ3の入力側端面上における光スポットサイズが、マルチコア光ファイバ3の1つのコア3aの直径よりも大きくなるだけの距離を保

って固定する。更に好ましくは、このスポットサイズは、マルチコア光ファイバ3のコア間距離とコアの直径との和よりも大きいことが望ましい。即ち、このようなサイズのスポットをマルチコア光ファイバ3の端面に照射すれば、そのスポット内に必ず1本のコア3aの端面が含まれることになるからである。

また、発光素子2からの出射光軸に対して傾斜を持たないように留意する必要があるが、後述のように、互いの中心軸を精密に一致させる必要はない。即ち、細密配置としたマルチコア光ファイバ3の何れかのコア3aに、発光素子2の出射光スポットが照射されれば良いので、光ファイバ全体の中心軸が一致している必要はない。尚、発光素子2とマルチコア光ファイバ3との間にスポットサイズ調整用のレンズを挿入することも好ましい。

さて、こうして発光素子2に結合されたマルチコア光ファイバ3の出射端で、最も光出力の大きなコアに対して単一コア光ファイバ6を接続する。

このとき、各ファイバ間での接続損失を減少するために、単一コア光ファイバ7のコア径並びに比屈折率は、マルチコア光ファイバ3の値と揃えておくことが好ましい。

また、使用するマルチコア光ファイバ3のコア間隔は、その完全結合長と関係がある。即ち、コアが極端に接近していると、クラッド部分が減少して発光素子とコアとの光学的な結合効率は上昇するが、マルチコア光ファイバの各コアは分布結合線路なので完全結合長は短くなる。

換言すれば、マルチコア光ファイバ3を長くすると、各コアに光が分散して1本のコアから出力される光パワーが低下することを意味する。更に、僅かな長さの変化やファイバの曲がりで最大光出力コア位置が変化する。従って、工作精度やマルチコア光ファイバ3の保持等の観点から完全結合長が数mm以上となるコア間隔のマルチコア光ファイバを選択することが望ましい。

更に、マルチコア光ファイバ3の1つのコアに入射した光は、完全結合長の $\frac{1}{2}$ の奇数倍の近傍の

長さになると、入力光が2つのコアに等分される。一方、単一コア光ファイバ6はただ1本のコアに対してのみ接続されるので、この場合は光ファイバ付光源全体としての出力が低下することになる。即ち、マルチコア光ファイバ3の長さが、完全結合長の $\frac{1}{2}$ の奇数倍近傍になることは避けることが好ましい。

光出力の大きなコアの選別は、単一コア光ファイバ6の出射端にパワーメータを接続し、マルチコア光ファイバ3から単一コア光ファイバ6を介して射出された光出力を測定して光パワーメータの出力が最大になるように単一コア光ファイバ6の軸移動を行う。この場合、最大光出力点位置にファイバの軸を移動する機能と、接続作業中にその位置を精度良く保持する機能が要求されるが、最大出力点位置に光ファイバの軸を合わせる位置決め技術は、公知の光ファイバの自動融着装置を利用することができる。

但し、公知の装置は、光ファイバ相互の接続を行うように構成されている。従って、この場合は

その一方をケースに搭載したマルチコア光ファイバに置き換えればよい。尚、マルチコア光ファイバ3と単一コア光ファイバ6の外径は互いに極端に異なっていないことが好ましい。

マルチコア光ファイバ3と単一コア光ファイバ6との接続には、電気放電等の加熱法が有利に利用できる。また、単一コア光ファイバ6がケース1から外部に出る部分では、単一コア光ファイバ6に対して外部で作用する応力がケース内の部分に及ばないように、機械的に固定することが望ましい。

発明の効果

以上詳述のように、本発明に従う光ファイバ付光源は、ライトガイドたる単一コア光ファイバと発光体とを結合する際に、両者の間にマルチコア光ファイバを介在させ、このマルチコア光ファイバの複数のコアのうち、最も強く発光体と結合しているコアと単一光ファイバを溶着接続して構成している。

従って、樹脂接着等の部材の相対位置の狂いが不可避に発生する工法を用いる発光体とマルチコア光ファイバとの接続に関しては、部材相互の相対位置の許容範囲が広く、一方、マルチコア光ファイバと単一コア光ファイバとの接続は、相対位置の決定が容易で、位置の狂いの生じない結合方法を利用することができる。

こうして、本発明に従う光ファイバ付光源は、極めて高い生産性を実現する一方で、高い歩留りを維持することができ、更に製品の品質のバラツキも極めて少ない。

尚、マルチコア光ファイバは、一般に単一コア光ファイバと比較して高価ではあるが、本発明の光ファイバ付光源に使用する長さは、極めて短いので、製造コストの増加は僅かであり、寧ろ生産性の向上並びに歩留りの向上によるコスト低減の効果が優れている。

このように、本発明によって、細管内部の観察、土質調査、文化財等の非破壊内部観察、人体内の観察等の多くの分野で広く利用される光ファイバ

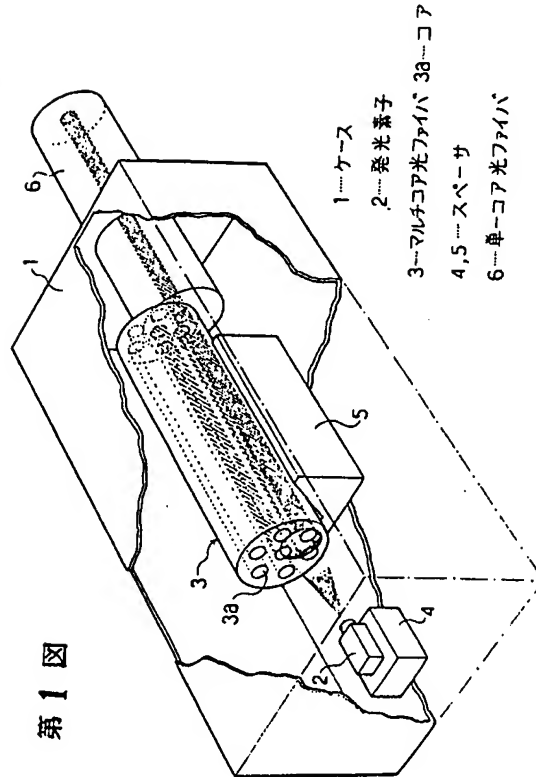
付光源が安価且つ品質良く提供される。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明に従う光ファイバ付光源の構成を概略的に示す一部切欠斜視図である。

〔主な参照番号〕

- 1・・・ケース、
- 2・・・発光素子、
- 3・・・マルチコア光ファイバ、
- 3a・・・コア、
- 4、5・・・スペーサ、
- 6・・・単一コア光ファイバ、



特許出願人 日本電信電話株式会社
代理人 弁理士 新居 正彦